

2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

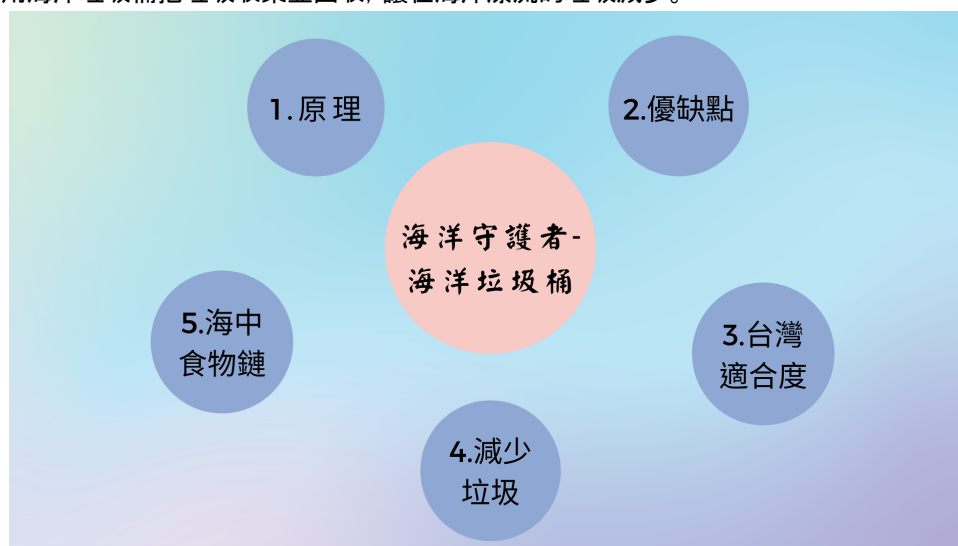
題目名稱：海洋守護者-海洋垃圾桶

一、摘要：

距離台灣最近的太平洋垃圾帶一路從加州一直延伸到夏威夷，大小橫跨160萬平方公里，將近是台灣的44倍大。隨著海洋污染日漸嚴重，使得海洋中有很多生物也遭受到波及，常常可以看到海洋動物的屍體橫躺在沙灘上死因卻是因為誤食海洋垃圾。因此也越來越多人慢慢地開發裝置，以此來減少海洋中的垃圾。本研究的主題則主要在探討海洋垃圾桶，研究總共分為五個部分去進行討論，第一部分是先從原理方面講述各種海洋垃圾桶之差異，並進行優缺點之比較，之後透過做出一個簡易的海洋垃圾桶，來探討在製作海洋垃圾桶的過程中，可能所會面臨到的問題或困難點，以及提出合適的解決方案，第二部分則是去探討導致海洋垃圾桶失敗之因素，第三部分則是去分析台灣是否適合使用海洋垃圾桶。透過分析各種海洋垃圾桶之差異，以及了解可能導致海洋垃圾桶失敗之因素，並探討出台灣適合的裝置最後並且去分析如何從根本解決問題，最後我們想說的是與其想出「事後」收集海洋垃圾的方法，還不如直接解決產生問題的源頭。

二、探究題目與動機

隨著垃圾量不斷的增加，垃圾逐漸從陸地漂入海洋，而海洋中的洋流會促使垃圾漂流到各地，海洋上約有92%來自塑膠廢棄物，另外約8%則來自於太陽曝曬加上海水沖刷產生的塑膠碎屑塑膠微粒。要從海洋中去除所有的垃圾是不可能的，我們應將重點放在如何從源頭解決問題。所以我們想要了解海洋垃圾桶的功能和原理以及適合放置的地方，利用海洋垃圾桶把垃圾收集並回收，讓在海洋漂流的垃圾減少。



圖(一) 題目和動機心智圖

三、探究目的與假設

- (1) 海洋垃圾桶是什麼？
了解每種海洋垃圾桶的原理
- (2) 每個海洋垃圾桶的優點、缺點及可能導致失敗之成因
分析各種海洋垃圾桶的優缺點及比較
- (3) 台灣適合使用海洋垃圾桶嗎？
探討台灣梧棲漁港之成功案例
- (4) 如果不使用海洋垃圾桶，要如何減少垃圾量？
如何從去解決問題的根本，而不是一昧的的解決垃圾問題
- (5) 認識海中食物鏈
了解塑膠微粒如何循環

四、探究方法與驗證步驟

1. 海洋垃圾桶是什麼？

近年來，由於海洋垃圾與日俱增，導致海洋生態受到危害，因此也間接影響了人類與海洋生態，國內外也開始有了海洋垃圾桶的發明出現，以此來減少人為造成的海洋垃圾。

(1) Mr.Trash Wheel 垃圾輪先生

一、發明人: John Kellett

二、原理: 利用圍欄, 讓水平面上的垃圾匯集到垃圾輪先生的入口, 接著入口上方的吊桿會有數條的鐵條來捕捉水面的垃圾到水輪上, 然後利用水力發電或太陽能發電為能源, 以及加上水流的作用, 來讓水輪轉動, 然後再帶起運輸帶運作, 最後在運輸帶的底部會有一個垃圾箱, 用來裝置所收集到的垃圾。

三、已有國家在使用: 美國馬里蘭州



圖(二) Mr.Trash Wheel 垃圾輪先生
圖/MICRO-PC 點點塑環保科技股份有限公司

(2) Seabin 海洋垃圾桶

一、發明人: Andrew Turton、Pete Ceglinski

二、原理: 利用抽水馬達來造成水位差, 而抽水馬達的能量可以利用太陽能、風能、波浪能, 所以當抽水馬達打開後, 連結抽水馬達的垃圾桶會開始吸取水和水面的垃圾至垃圾桶中, 然後由於垃圾桶內有一個高強度纖維的垃圾袋會卡住垃圾, 而水從底部被抽水馬達吸走, 然後經過水磊馬達來進行油水分離, 最後在排放至海中。

三、已有國家使用: 澳大利亞



圖(三) Seabin 海洋垃圾桶
圖/MICRO-PC 點點塑環保科技股份有限公司

四、實驗---製作簡易Seabin海洋垃圾桶

a.材料: 水桶、水、吸管、剪刀、小型太陽能馬達、杯子、紗布、膠帶(圖四)

b.實驗步驟:

step 1.先將吸管、太陽能馬達、杯子、紗布組裝變成一體(圖五)

step 2.把組裝好的簡易的垃圾桶放置裝滿水的桶子中, 且需與杯緣同高

step 3.把太陽能馬達固定置水桶上

step 4.放置到太陽下

step 5.在水桶內的水面上放少許紙屑

step 6.觀察簡易垃圾桶是否有成功吸取紙屑

c.問題與討論:

問題一: 由於小型的太陽能馬達吸力不足, 所以連接抽水馬達的杯子在吸取水面垃圾時的時間十分冗長

解決辦法: 挑選吸力較足夠的抽水馬達

問題二: 由於我們是使用紙杯來代替垃圾桶, 所以紙杯會一直漂浮在水面上, 導致杯緣不能與水面同高

解決辦法: 將紙杯利用膠帶固定在水桶邊緣, 或者是放入錢幣置杯子裡, 以達到杯緣能與水面同高

問題三: 因為紙杯底部與吸管要連接至一起, 因此在紙杯放入水中時底部連接吸管的地方, 會不斷有水進入杯中, 導致杯子裡有淹水的情況

解決辦法: 在紙杯底部與吸管的連接處利用油性黏土包住有空隙的地方



圖(四) 海洋垃圾桶的材料



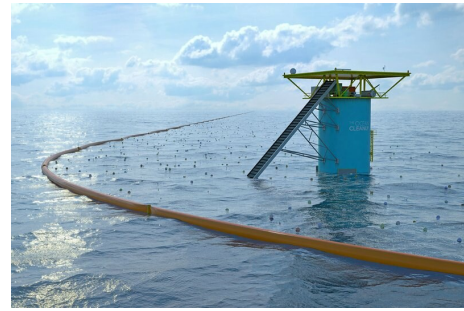
圖(五)

(3) The Ocean Cleanup

一、發明者: Boyan Slat

二、原理: 利用 600 公尺長的浮標圍欄, 來形成一個海岸線, 並透過風力、海浪、洋流來匯集漂浮的海洋垃圾至圍欄中, 而浮標下有 3 公尺深的裙邊, 則來攔阻海裡細小的塑膠微粒, 而裙邊創造下沉水流, 來讓生物可以通過, 之後會定期派船隻來收取圍欄內的垃圾。

三、所清掃的地方: 太平洋垃圾帶



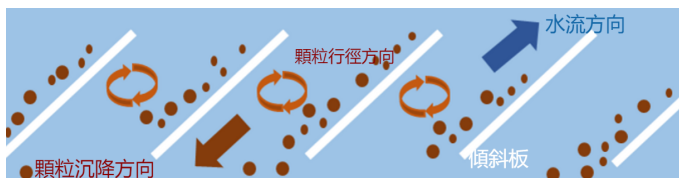
圖(六) The Ocean Cleanup
圖/MICRO-PC 點點塑環保科技股份有限公司

(4) Micro PC 點點塑

一、發明人: 洪以柔團隊

二、原理: 利用重力和水流方向讓液體與固體分離, 可蒐集直徑 20 μm 的微粒, 且水流入口設計成不讓生物誤入, 就可以同時收集塑膠微粒和保護生態不受干擾。

三、應用範圍: 水庫, 湖泊, 海港、河口



圖(七) Micro PC 點點塑原理說明圖
圖/MICRO-PC 點點塑環保科技股份有限公司



圖(八) Micro PC 點點塑
圖/MICRO-PC 點點塑環保科技股份有限公司

四個海洋垃圾桶之差異比較表:

表(一)
參考什麼是海洋垃圾桶? 國內外四種海洋垃圾桶原理及比較

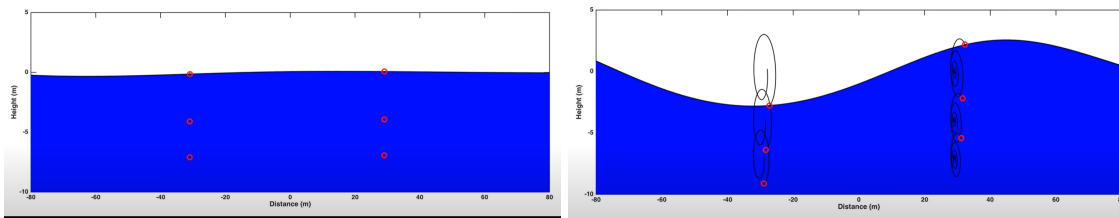
海洋垃圾桶	Mr. Trash Wheel	Seabin	TOC	Micro PC 點點塑
主要原動力	水力發電、水位差	岸上幫浦來製造水流	風力、海浪、洋流	內部結構 - 傾斜板
主要功能	防止垃圾流入海中		收集海面漂浮物, 用來建立海廢價值鏈	分離水中的塑膠微粒並回收
優點	1. 依靠永續能源(水力)運作 2. 較穩定不易損壞	1. 機動性高 2. 耗能低	1. 可回收並重新利用垃圾 2. 可透過風力、海浪、洋流推動海洋垃圾	1. 無耗材 2. 過濾 20 微米的微粒 3. 價格最低 4. 較好取得
缺點	1. 僅用於岸邊	1. 定期更換垃圾袋 2. 較易損壞 3. 僅能用於岸邊	1. 成本最貴 2. 實際航行參考數據較少	1. 無法過濾大型垃圾 2. 僅能用於岸邊

2. 探討海洋垃圾桶失敗之因素：

隨著海洋垃圾桶發明，也伴隨著許多可能導致失敗之因素，如下：

(1). 海浪

斯托克斯先生 (Gabriel Stokes) 以數學方法來描述海浪的漂移，推論出海浪在漂移時的量值是非線性的，而真正的因素則是取決於波幅與波長海浪移動的期間，水粒子以小圈圈 (通常稱為波浪軌跡) 的方式進行移動，因此海浪的飄移須考慮到許多力的組成，浮動的波浪也比我們所想的複雜。



圖(九)、圖(十)數學式海浪漂移模擬圖

圖/youtube影片斯托克斯漂移

(2). 風向

經由瑞典海洋學家艾克曼 (Vagn Walfrid Ekman) 發現，風吹拂海水表面時，空氣和水之間會產生摩擦以此來形成水流，且不會隨著風的方向前進。而地表物體會受到科氏力的影響，使原本應該直線前進的運動變成彎曲的走向。所承受的水流和風力個不同，也導致了物體不會隨著同一個方向移動。

(3). 環流

海洋中存在著許多的洋流，相對的隨著時間的拉長，實際的海洋其實存在著許多擾流 (也稱亂流)，同時間同地點的洋流和波浪都是高度在變動的不會停滯不前，大海內形成的漩渦，也會隨之傳去各地。在廣大的海洋中要使垃圾隨著各種風向及洋流之變化，也是一大難題。

結論：

在理想的情況中風向洋流及海浪會隨著同個方向前進，但隨著許多作用力的改變及不確定性，使得原本應順著方向漂流至垃圾桶之垃圾，無法隨著原定的路線匯聚成團。

3. 台灣適合使用海洋垃圾桶嗎？

傳統處理海洋垃圾的主要方式為人力打撈，也可能因此傷害魚魚群。但自2021年梧棲漁港內設置了兩座「SEABIN」(又稱海洋垃圾桶)，也是全國首座的垃圾桶，一個月內，為台中市攔下了將近80公斤的垃圾量，相較以前漁網打撈，海洋垃圾桶更有效率，運作到現在也沒有誤撈魚群的案例發生。在台中市一天有兩次漲退潮，僅靠人力無法清除很多的垃圾，但是海洋垃圾桶可以隨著潮汐漲退潮而跟著浮動，因此大多設置在浮動碼頭，藉由水位升降、水的流動來推動垃圾桶運作。而台灣的碼頭，有很多都是可以浮動的，所以很適合放置海洋垃圾桶。

梧棲漁港成功原因：

(1). 岸邊 (碼頭)：

不能離岸邊太遠，雖然海洋垃圾桶可以自行吸收垃圾，但還是必須依靠人力把垃圾真正的回收

(2). 可以隨潮汐漲退潮而浮動：

不會因漲潮而被掩埋，也不會因退潮而裸露出來，根據水位，維持適當的高度

(3). 垃圾多聚集於岸邊：

海風和潮流會把垃圾聚集在岸邊，形成重度污染區



圖(十一)、圖(十二)

根據參考資料顯示梧棲漁港每天可攔下3至4公斤的垃圾，主要為寶特瓶、塑膠袋、甚至有未食用過的紅蘿蔔(圖/聯合新聞網)

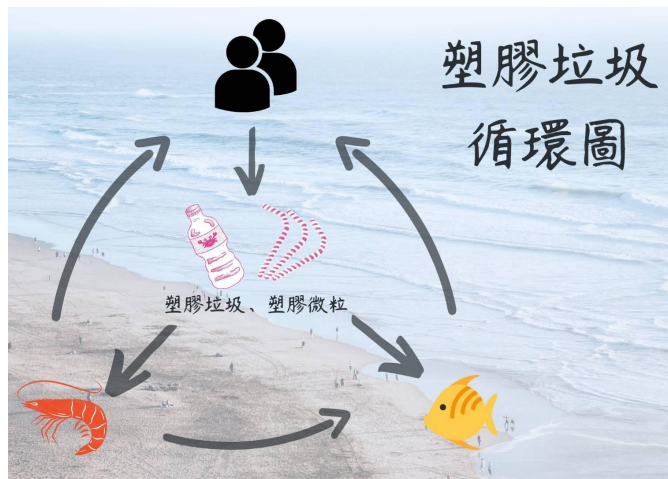
4.如何減少海洋垃圾？

- (1).政府應加強管制(定期檢查) 工廠有無排放熱廢水到海中
- (2).舉行淨灘活動，以維護海洋周邊的環境
- (3).海巡署加強巡邏，檢查船隻有無亂丟垃圾到海中
- (4).出海捕魚的人跟到海灘遊玩的遊客應把垃圾自行帶回處理，勿丟入海中

5.關於海中食物鏈：

- (1)初級塑膠微粒：像是洗衣精、洗碗精內的化學微粒
- (2)次級塑膠微粒：來自岸上廢棄物，經海浪作用帶入海中後才分解

不管是哪一種，都會附著在藻類或是其他魚類所吃的食物上，再經由我們人類攝食後到體內，對人體造成傷害。這也告訴我們，垃圾流入海洋，不代表只對海洋生物有影響，他會以另一種方式，間接的傷害我們的身體。



圖(十三)

五、結論與生活應用

理查·湯普森(Richard Thompson)曾說過：「如果我有那～麼大的一筆錢，我希望95%用於防止垃圾進入海洋，只把其中5%用於清理。」海洋垃圾桶主要目的是為了降低海洋的污染與破壞，藉由吸取海洋中的垃圾來降低海洋生物勿食的機率，以及達到清理的效果。不過，我們應該思考的是：「如何從根本去解決問題」假設只是放置了垃圾桶，卻沒有減少人為隨意丟棄垃圾的行為，就算架設再多的海洋垃圾桶也只是治標不治本，因此我們可以宣傳環保觀念給大眾，及減少使用塑膠製品，或者是政府嚴格監督工廠是否違法排放熱廢水。地球只有一個，所以每個人都有責任去保護它，並不是只有特定某些人的工作，應該要政府及人民來共同守護我們的地球。

六、參考資料

- 1.海洋垃圾清理計畫:什麼是海洋垃圾桶?國內外四種海洋垃圾桶原理及比較 :
<https://micropctw.com/blog/%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E5%9E%83%E5%9C%BE%E6%A1%B6/>
- 2.太平洋塑膠垃圾是台灣44倍大!從3個解決方案搞定太平洋垃圾帶成因:
<https://www.lifeaholic.tw/article46635/>
- 3.«海洋吸塵器»為什麼一下就死掉了?
<https://ubrand.udn.com/ubrand/story/12116/3594582>
- 4.Stokes drift for a surface wave group - 斯托克斯漂移
<https://youtu.be/oPplzgEcyGc>
- 5.梧棲漁港設海洋垃圾桶 每天攔3公斤塑膠海廢
<https://udn.com/news/story/7325/5935930>
- 6.點點塑-產品介紹彙整
<https://micropctw.com/product/>
- 7.Mr.Trash Wheel
<https://www.mrtrashwheel.com/>
- 8.Seabin
<https://seabinproject.com/>
- 9.The ocean cleanup
<https://theoceancleanup.com/>
- 10台中環保局設全球首創「海洋垃圾桶」一個月已清理80公斤
<https://news.pts.org.tw/article/556258>